

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭61-131626

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)6月19日

H 04 B 7/155

7251-5K

H 03 J 7/06

7117-5K

H 04 B 7/005

8529-5K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 自動周波数利得制御回路

⑮ 特 願 昭59-253796

⑯ 出 願 昭59(1984)11月29日

⑰ 発 明 者 吉 原 勝 志 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内  
⑱ 発 明 者 矢 野 一 男 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内  
⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号  
⑳ 代 理 人 弁理士 井出 直孝

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

自動周波数利得制御回路

## 2. 特許請求の範囲

(1) 入力する基準波の周波数偏差を取除く自動周波数制御混合器と、

この自動周波数制御混合器の出力信号のレベル変動を補償する可変利得増幅器と、

上記自動周波数制御混合器に局部周波数を与える電圧制御発振器と、

上記可変利得増幅器の出力信号より基準波を検出する基準波検出器と、

この基準波検出器の検出出力がないときに上記電圧制御発振器に掃引電圧を与える掃引器と

を備えた衛星通信用地球局受信装置の自動周波数利得制御回路において、

初期設定時に上記電圧制御発振器に掃引電圧を与える初期掃引手段と、

初期設定時に上記可変利得増幅器に所定のレベル設定を行う初期レベル設定手段と、

上記基準波検出器の検出出力を入力とし、上記初期掃引手段および上記初期レベル設定手段をプログラム制御するデジタル制御手段と

を備えたことを特徴とする自動周波数利得制御回路。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、衛星通信地球局受信装置の自動周波数利得制御方式の改良に関する。

(従来の技術)

衛星通信地球局の受信装置には、一つの回路で自動利得制御および自動周波数制御を行う自動利得周波数制御 (automatic frequency control・automatic gain control, 以下、AFC・AGC という。) 回路が設けられており、送られてくる基準波 (パイロット信号等) に AFC および AGC を行って復調部へ周波数偏差およびレベル変動

の補償された信号を供給する方式がとられている。従来は、このAFC・AGC回路内の基準波検出回路が基準波の有無の検出で誤動作をすることを防止するために、帯域通過濾波器 (bandpass filter, BPF) が1個必要であった。

第3図は従来例のAFC・AGC回路のブロック構成図である。第3図において、周波数偏差およびレベル変動を受けた受信信号はAFC用ミキサ1により周波数偏差が取除かれ、不要波除去用帯域通過濾波器2を経由した後に、次の電圧制御可変利得増幅器3によりレベル変動が補償され分配器4を経て図外の復調部へ送られる。

一方、分配器4の他方の出力信号は帯域通過濾波器5に入力し、ここで基準波だけが取出され分配器6によりAGC用検波器7とAFC用帯域通過濾波器101へ送られる。AFC用帯域通過濾波器101の出力信号は分配器9により位相比較器10および基準波検出器12へ分配される。位相比較器10では局部基準発振器11の出力信号と位相比較が行われ、その出力信号はAFC用制御器102に送

られる。一方、AFC用切換器103は、AFC用帯域通過濾波器101の帯域内に基準波が現れたときに、基準波検出器12の出力信号によりAFC用掃引器104からの掃引信号をAFC用制御器102の出力信号側へ切換える。AFC用切換器103の出力信号は電圧制御発振器18に供給され、AFC用局部周波数を決定する。

しかし従来例の回路では、AFC用の基準波検出器12が誤動作しないように、AFC用帯域通過濾波器101が必要であった。下記にAFC用帯域通過濾波器101が必要であることを説明する。いま、受信信号対雑音電力密度を $C/N$ 、帯域通過濾波器5の帯域を $B$ 、またAFC用帯域通過濾波器101の帯域を $B_1$ とし、帯域通過濾波器5およびAFC用帯域通過濾波器101の出力信号における受信信号対雑音電力をそれぞれ $C/N_1$ 、および $C/N_2$ とすると、

$$\frac{C}{N_1} = \frac{C}{N \cdot B_1} \quad \text{.....(1)}$$

$$\frac{C}{N_2} = \frac{C}{N \cdot B_2} \quad \text{.....(2)}$$

となる。

一方、電圧制御可変利得増幅器3は帯域通過濾波器5の出力の全電力で動作するために、電圧制御可変利得増幅器3の出力を $P_1$ とすると

$$P_1 = C + N_1 \quad \text{.....(3)}$$

となる。また、受信基準信号がないときは、電圧制御可変利得増幅器3の制御範囲が十分大きければ

$$P_1 = N_1 \quad \text{.....(4)}$$

となる。一方、AFC用帯域通過濾波器101の出力の全電力を $P_2$ とすると

$$P_2 = C + N_2 \quad \text{.....(5)}$$

となり、受信基準信号がないときは

$$P_2 = N_2 \quad \text{.....(6)}$$

となる。もしAFC用帯域通過濾波器101がなければ、基準波検出器12へ入力する電力は式(3)、(4)より基準波の有無にかかわらず $P_1$ となり、基準波の有無を検出することができない。AFC用帯

域通過濾波器101を用いると、AFC帯域通過濾波器101の出力では基準波がないときは、式(6)より出力 $P_2'$  ( $=N_2$ ) となるが、これは下記の式に示すように帯域通過濾波器5とAFC用帯域通過濾波器101との帯域比 $\alpha$ だけ出力 $P_1$  ( $=N_1$ ) から減少している。

$$\alpha = \frac{P_2'}{P_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{N \cdot B_2}{N \cdot B_1} = \frac{B_2}{B_1} \quad \text{.....(7)}$$

一方、基準波が存在しているときは、帯域通過濾波器5とAFC用帯域通過濾波器101との出力比 $\beta$ は式(3)、(5)より下記の式に示すようになる。

$$\begin{aligned} \beta = \frac{P_2}{P_1} &= \frac{C + N_2}{C + N_1} \\ &= \frac{C + N \cdot B_2}{C + N \cdot B_1} = \frac{1 + N \cdot B_2 / C}{1 + N \cdot B_1 / C} \end{aligned} \quad \text{.....(8)}$$

よって、

$$P_2' = \alpha P_1 = \left( \frac{B_2}{B_1} \right) P_1 \quad \text{.....(9)}$$

$$P_2 = \beta P_1 = \left( \frac{1 + N_0 B_2 / C}{1 + N_0 B_1 / C} \right) P_1 \quad \text{----- (10)}$$

ここで、

$$P_2 > P_2'$$

であれば、基準波検出器12で基準波の有無が検出できる。下記に

$$B_1 > B_2$$

であれば必ず

$$P_2 > P_2'$$

となることを説明する。

$$\begin{aligned} P_2 - P_2' &= (\beta - \alpha) P_1 \\ &= \left( \frac{1 + N_0 B_2 / C}{1 + N_0 B_1 / C} - \frac{B_2}{B_1} \right) P_1 \\ &= \left( \frac{B_1 - B_2}{B_1 (1 + N_0 B_1 / C)} \right) P_1 \quad \text{----- (11)} \end{aligned}$$

ここで、帯域 $B_1$ 、 $B_2$ 、受信信号電力 $C$ 、雑音電力密度 $N$ 。および出力 $P_1$ は全て正であるから、

波数を与える電圧制御発振器と、上記可変利得増幅器の出力信号より基準波を検出する基準波検出器と、この基準波検出器の検出出力がないときに上記電圧制御発振器に掃引電圧を与える掃引器とを備えた衛星通信用地球局受信装置の自動周波数利得制御回路において、初期設定時に上記電圧制御発振器に掃引電圧を与える初期掃引手段と、初期設定時に上記可変利得増幅器に所定のレベル設定を行う初期レベル設定手段と、上記基準波検出器の検出出力を入力とし、上記初期掃引手段および上記初期レベル設定手段をプログラム制御するデジタル制御手段とを備えたことを特徴とする。

#### 〔作用〕

本発明は、初期設定時に基準波検出器の検出出力がある期間に、デジタル制御手段で初期掃引手段に初期デジタル掃引信号を与え、初期レベル設定手段に初期レベル設定信号を与えて基準波検出器が誤動作なく正常に基準波を検出できるように初期掃引手段と初期レベル設定手段とを、プログラム制御されたデジタル制御手段により制

$$B_1 > B_2$$

ならば

$$P_2 > P_2'$$

となる。

〔発明が解決しようとする問題点〕

以上のように、従来例のアナログ型AFC・AGC回路では、基準波検出器12が誤動作しないようにAFC用帯域通過濾波器101が必要であった。したがって、回路規模が大きくなり、信頼性も高くない問題点があった。

本発明は上記の問題点を解決するもので、AFC用帯域通過濾波器を使用しないで基準波検出器を正常に動作させることができ、かつ回路規模が小さく信頼性の高い自動周波数利得制御回路を提供することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、入力する基準波の周波数偏差を取除く自動周波数制御混合器と、この自動周波数制御混合器の出力信号のレベル変動を補償する可変利得増幅器と、上記自動周波数制御混合器に局部周

波を、可変利得増幅回路の制御電圧を設定することにより、AFC帯域通過濾波器を使用しなくとも、基準波検出器を正常に動作させることができる。

#### 〔実施例〕

本発明の実施例について図面を参照して説明する。

第1図は本発明一実施例自動周波数利得制御回路のブロック構成図である。第2図はそのデジタルAGC回路のブロック構成図である。第1図において、図外から周波数偏差およびレベル変動を受けた受信信号がAFC用ミキサ1に入力される。AFC用ミキサ1から周波数偏差が取除かれた受信信号が不要波除去用帯域通過濾波器2を経由して電圧制御可変利得増幅器3の入力に接続される。電圧制御可変利得増幅器3からレベル変動が補償された受信信号が分配器4を経由して図外の復調部に送出される。分配器4の他の出力信号は帯域通過濾波器5の入力に接続され、基準波が取出される。帯域通過濾波器5から基準波が分配

器6によりAFC用検波器7および分配器9に接続される。AGC用検波器7の出力信号が第2図に示すデジタルAGC回路8の入力に接続される。

ここで本発明の特徴とするところは、一点鎖線で囲むデジタル回路部分である。すなわち、AGC用検波器7の出力信号が第2図に示すデジタルAGC回路8内のアナログデジタル変換器201の入力に接続され、アナログ信号がデジタル信号に変換される。アナログデジタル変換器201からデジタル出力信号がAGC用デジタル低域濾波器202を経てAGC用切換器203の一方の入力に接続される。また、初期レベル設定器203の出力信号がAGC用切換器203の他の入力に接続される。AGC用切換器203ではAGC用デジタル低域濾波器202と初期レベル設定器205とからの出力信号の選択が行われ、AGC用切換器203の出力信号はデジタルアナログ変換器204の入力に接続される。デジタルアナログ変換器204の出力信号は第1図に示す電圧制御可変利得

増幅器3の制御入力に接続され、利得制御が行われる。また、分配器9からの基準波と局部基準発振器11との出力信号が位相比較器10のそれぞれの入力に接続される。また、分配器9から基準波が基準波検波器12の入力に接続される。位相比較器10の出力信号はアナログデジタル変換器13の入力に接続され、アナログ信号からデジタル信号に変換される。アナログデジタル変換器13からデジタル出力信号がAFC用デジタル低域濾波器14を経由してAFC用切換器15の一方の入力に接続される。AFC用切換器15の他の入力にはAFC用デジタル掃引器16の出力信号が接続される。AFC用切換器15ではAFC用デジタル低域濾波器14とAFC用デジタル掃引器16との出力信号の選択が行われ、AFC用切換器15の出力信号はデジタルアナログ変換器17に接続され、デジタル信号がアナログ電圧に変換される。デジタルアナログ変換器17からアナログ出力電圧が電圧制御発振器18に接続され、電圧制御発振器18からAFC用局部周波数がAFCミキサ1に接

続され、受信信号の周波数偏差が取除かれる。

初期状態ではデジタル制御器19からAFC用切換器信号20がAFC切換器15に接続され、AFC用切換器15ではAFC用デジタル掃引器16の出力信号が選択されて出力される。またデジタル制御器19からAGC用切換信号22が第2図に示すAGC用切換器203に接続され、初期レベル設定器205の出力信号が選択される。またデジタル制御器19からAGC用初期レベル設定信号23が初期レベル設定器205に接続され、電圧選択可変利得増幅器3が最大利得となるようにプログラム制御により設定される。

ここで、デジタル制御器19に基準波検出器12から基準波有りの出力信号が接続されると、デジタル制御器19からAFC用デジタル掃引制御信号21がAFC用デジタル掃引器16に接続され、所定の周波数間隔で設定回数掃引が行われる。掃引する毎に基準波有無を基準波検出器12の出力信号により調べ掃引終了後、基準波の有無を多数決で判断する。その結果基準波有りと判断された場

合には、デジタル制御器19からAGC用初期レベル設定信号23が第2図に示す初期レベル設定器205に接続され、そのデータ値が再設定される。その後、再び基準波検出器12の出力信号により基準波有りと判断されたときには、また初期レベル設定器205のデータ値の再設定が行われる。上述の動作が基準波無しと判断されるまで繰り返される。

上述の初期設定が行われた後に、その状態でAFC用デジタル掃引器16により掃引し、基準波検出器12で基準波を検出した場合には、基準波検出器12の出力信号がデジタル制御器19に接続され、デジタル制御器19からAFC切換器信号20がAFC用切換器15に接続され、AFC用デジタル低域濾波器14の出力信号が選択され、AFC用ミキサ1で受信信号の周波数偏差が取除かれる。またデジタル制御器19からAGC用切換器信号22がAGC用切換器203に接続され、AGC用デジタル低域濾波器202の出力信号が選択され、電圧制御可変利得増幅器3でレベル変動が補償さ

れる。

このような構成の自動周波数利得制御回路の動作を説明する。第1図において、位相比較器10の出力信号はアナログデジタル変換器13に入力し、デジタル信号に変換された後に、AFC用デジタル低域濾波器14を経てAFC用切換器15に入力される。またAFC用切換器15ではAFC用デジタル掃引器16の出力信号とAFC用デジタル低域濾波器14の出力信号の選択が行われる。AFC用切換器15の出力信号はデジタルアナログ変換器17によりアナログ電圧に変換され電圧制御増幅器18に入力される。

一方、AGC用検波器7の出力信号はデジタルAGC回路8に入力される。第2図において、AGC用検波器7の出力信号がアナログデジタル変換器201に入力されて、デジタル信号に変換された後に、AGC用デジタル低域濾波器202を経てAGC用切換器203に入力される。AGC用切換器203では初期レベル設定器205の出力信号とAGC用デジタル低域濾波器202との出力

ていないにもかかわらず雑音により基準波検出器12が誤動作していると判断し、デジタル制御器19はAGC用初期レベル設定信号23を用いてデジタルAGC回路8内の初期レベル設定器205のデータ値を設定しなおす。その後、再び基準波検出器12の出力信号により、まだ基準波有りと判断した場合はまた初期レベル設定器205のデータ値の再設定が行われる。この動作は、基準波検出器12の出力信号により基準波無しと判断するまで繰り返えされる。一般に、基準波検出器12にはヒステリシス特性が用いられているため、一度基準波として判断するまで電圧制御可変利得増幅器3のレベルを下げた場合には、雑音だけによって基準波検出器12が誤動作を起こすことはなくなる。この状態で、AFC用デジタル掃引器16により掃引をすれば帯域通過濾波器5の帯域内に基準波が入ってきた場合に正確に基準波検出器12が動作することができるようになる。

一方、多数決により基準波無しと判断された場合には、初期の基準波有りと判断したときに、偶

信号の選択が行われる。また、AGC用切換器203の出力信号はデジタルアナログ変換器204により、アナログ電圧に変換され電圧制御可変利得増幅器3に入力される。

このデジタルAGC回路8では、まずAGC用切換器信号22によりAGC用切換器203の出力信号を初期レベル設定器205側にされ、また初期レベル設定器205のデータを初期レベル設定器用信号23により電圧制御可変利得増幅器3が最大利得になるように設定される。

一方、第1図において、AFC用切換器信号20によりAFC用切換器15はAFC用デジタル掃引器16側を選び、デジタル制御器19は、基準波検出器12の出力信号により基準波有りと判断した場合は、AFC用デジタル掃引制御信号21により、所定の周波数間隔で設定回数掃引する。その掃引毎にデジタル制御器19は、基準波検出器12の出力信号を調べ、掃引終了後に基準波の有無を多数決で判断する。その結果基準波有りと判断された場合は基準波が帯域通過濾波器5に入ってきた

然に帯域通過濾波器5内に基準波が存在しており、この基準波が帯域通過濾波器5の帯域外に出て行ったときに基準波無しと判断したことを示している。このことは、また基準波が帯域通過濾波器5の帯域内に存在しない場合に雑音だけによって基準波検出器12が誤動作を起こしていないことを意味している。したがって、そのままの電圧制御可変利得増幅器3のレベル設定で掃引すれば正しく基準波が検出できる。また、初期状態で基準波検出器12の出力信号が基準波無しと判断した場合は、雑音により基準波検出器12が誤動作していないことが、即断されるので直ちに掃引動作がデジタル制御器19からのAFC用切換器信号20とAFC用デジタル掃引制御信号21により行われる。

#### (発明の効果)

以上説明したように、本発明は、初期設定時にデジタル制御器でAFC用デジタル掃引器およびデジタルAGC回路をプログラム制御して可変利得増幅器の利得を適切に設定することにより、AFC用帯域通過濾波器を用いなくとも基準

波検出器を正常に動作させることができる優れた効果がある。したがって、回路規模を小さくし信頼性を高くする利点がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明一実施例自動周波数利得制御回路のブロック構成図。

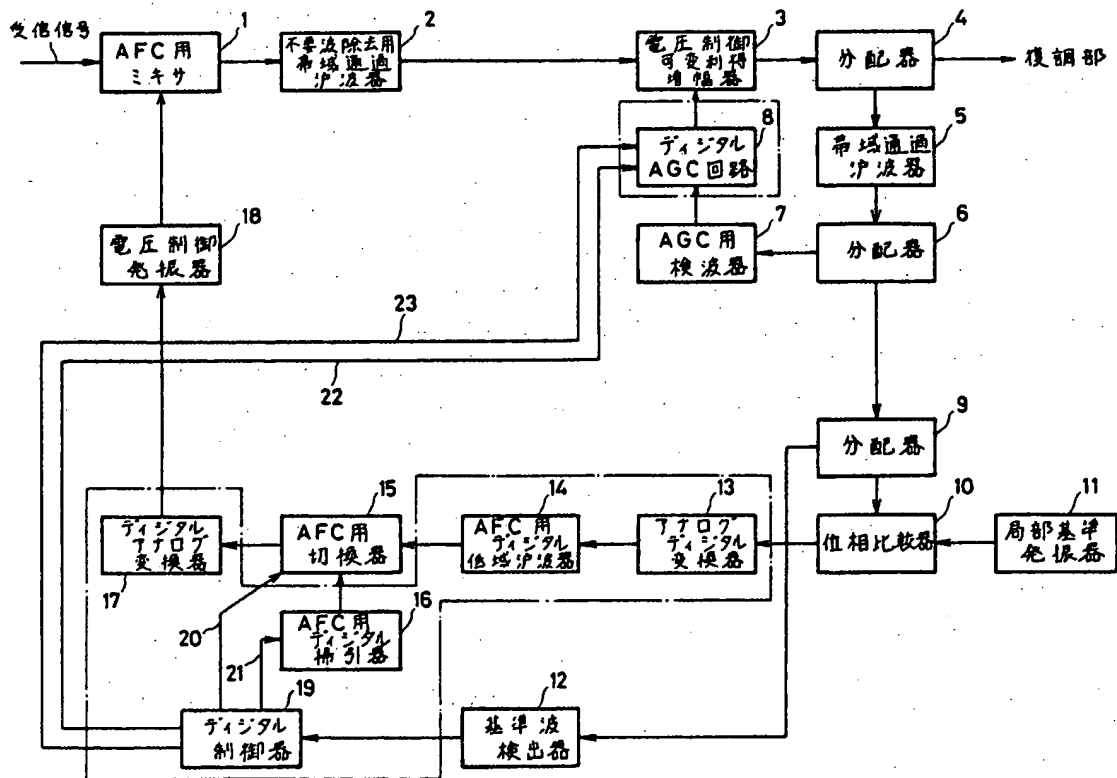
第2図はそのデジタル自動利得制御回路のブロック構成図。

第3図は従来例の自動周波数利得制御回路のブロック構成図。

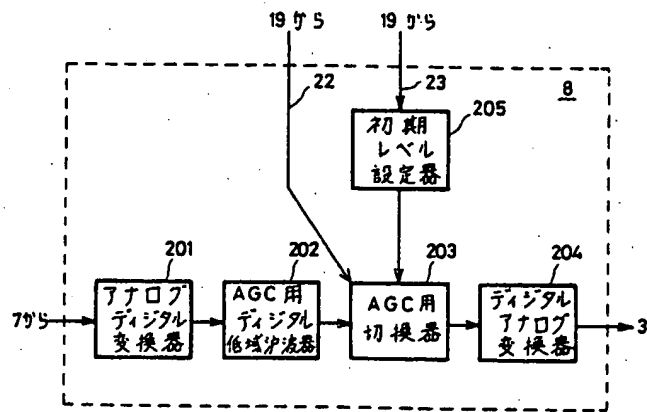
1…AFC用ミキサ、2…不要波除去用帯域通過滤波器、3…電圧制御可変利得増幅器、4…分配器、5…帯域通過滤波器、6…分配器、7…AGC用検波器、8…デジタルAGC回路、9…分配器、10…位相比較器、11…局部基準発振器、12…基準波検出器、13…アナログデジタル変換器、14…AFC用デジタル低域滤波器、15…AFC用切換器、16…AFC用デジタル掃引器、17…デジタルアナログ変換器、18…電圧制御発振器

振器、19…デジタル制御器、20…AFC用切換器信号、21…AFC用デジタル掃引制御信号、22…AGC用切換器信号、23…AGC用初期レベル設定信号、101…AFC用帯域通過滤波器、102…AFC用制御器、103…AFC用切換器、104…AFC用掃引器、201…アナログデジタル変換器、202…AGC用デジタル低域滤波器、203…AGC用切換器、204…デジタルアナログ変換器、205…初期レベル設定器。

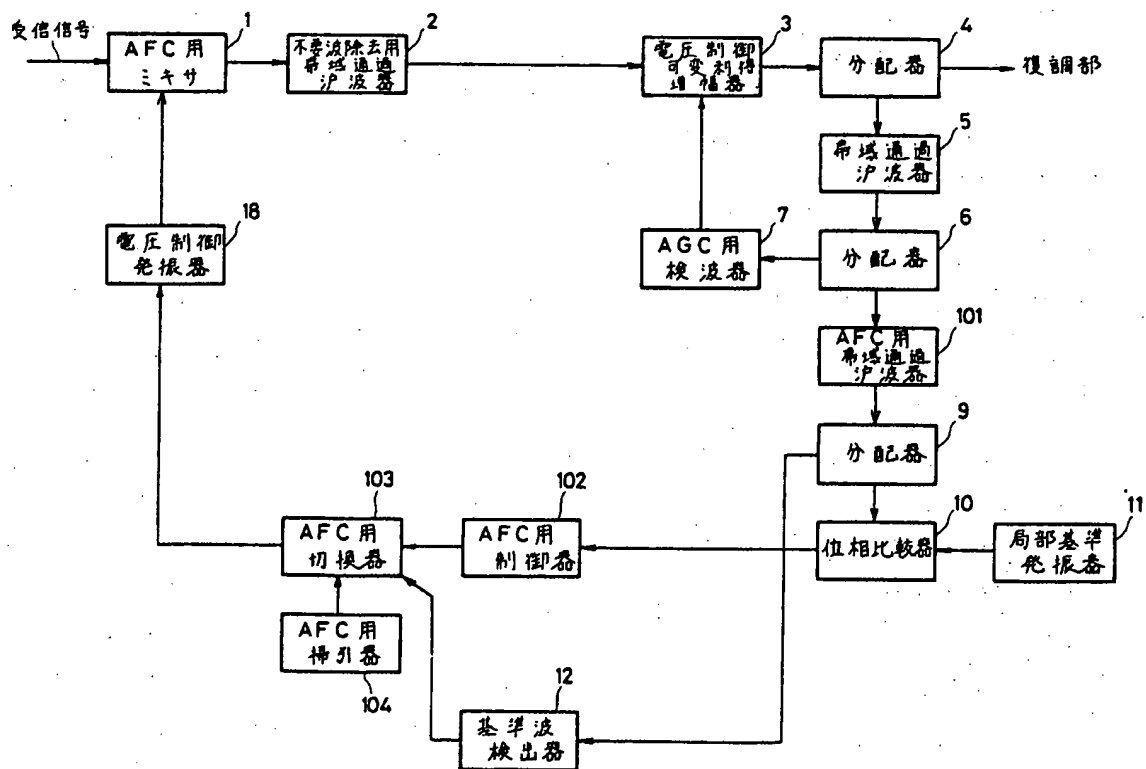
特許出願人 日本電気株式会社  
代理人 弁理士 井出直孝



第1図



第 2 図



第 3 図